Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 73-86
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۸۶-۷۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

بررسی وضعیت تغذیه باغات فندق (*Corylus avellana* L.) استان گیلان با روش انحراف از درصد بهینه (DOP)

علی آجیلی لاهیجی[1*]

تاریخ دریافت:.۱۳۹۹/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: . ۱۳۹۹/۱۰/۱۴

چکیده

استان گیلان با حدود ۱۸۰۰۰ هکتار باغات فندق که ۸۵ درصد سطح زیر کشت باغات فندق کشور را به خود اختصاص داده به عنوان بزرگترین قطب فندق‌کاری ایران محسوب می‌گردد. شناخت وضعیت تغذیه‌ای یک باغ از اولویت‌های اولیه تغذیه محصولات باغی می‌باشد که به روش‌های مختلفی انجام می‌گردد. یکی از این روش‌ها، روش انحراف از درصد بهینه (DOP)[2] می‌باشد. به منظور بررسی و شناخت ناهنجاری‌های تغذیه‌ای و تعیین حد مطلوب غلظت عناصر غذایی از روش انحراف از درصد بهینه استفاده شد. بدین منظور در سه شهرستان عمده تولید کننده فندق (رودسر، سیاهکل و املش) از۳۲ باغ فندق از برگ‌های شاخه‌های یکساله در مرداد ماه نمونه برداری و میزان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، مس،آهن و روی در آن‌ها تعیین شد. باغات به دو گروه عملکرد بالا و پایین تعیین گردید، غلظت مطلوب در برگ برای عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم ،آهن، منگنز، روی، مس به ترتیب ۳/۰۸ درصد،۰/۱۶ درصد،۰/۸۰ درصد، ۵۷۰/۳۸ پی.پی.ام، ۱۷۵/۲۶ پی.پی.ام، ۴۲/۹۳ پی.پی.ام، ۱۷/۰۹ پی.پی.ام بدست آمد. نتایج نشان داد در بین عناصر پرمصرف نیتروژن در ۶۵ درصد باغات دارای شاخص منفی و در بین عناصر کم مصرف منگنز با ۷۸ درصد بیشترین شاخص منفی را داشتند. براساس محاسبات روش DOP نتایج زیر برای اولویت تغذیه باغات بدست آمد: Mn>N>Fe>P>Zn>K>Cu

واژه‌های کلیدی: ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای، شاخص انحراف از حد بهینه فندق، عناصر غذایی

مقدمه

فندق یکی ازگونه‌های خانواده (Betulaceae) می‌باشد که در میان محصولات آجیلی در دنیا مقام پنجم تولید بعد از بادام هندی، بادام، گردو و شاه بلوط را داراست (۱۵). ترکیه با حدود ۷۰/۳ درصد از کل تولید جهانی فندق در مقام اول و به‌ترتیب بعداز آن ایتالیا با ۱۱/۹ درصد، امریکا با ۴/۵ درصد و آذربایجان با ۴/۲ درصد، گرجستان با ۳/۸ درصد، اسپانیا با ۲/۵ درصد تولید جهانی به خود اختصاص داده‌اند و سایر کشورهای تولید کننده فندق ۲/۸ درصد تولید جهانی را دراختیار دارند (۳). میزان تولید فندق در دنیا در سال ۲۰۱۸ حدود ۸۸۸/۳۲۸ هزار تن بوده است ایران در سال ۲۰۱۸ با تولید ۱۶ هزار تن مقام هشتم تولید کننده‌گان جهان را داشته است (۱). مغز فندق دارای ۶۰ درصد روغن، ۱۷/۵ درصد کربوهیدرات، ۱۳ درصد پروتئین و ۰/۳۵ درصد فسفر و همچنین حاوی ویتامین‌های B_1 ,B_2 ,E ,C می‌باشد. افزایش سطح زیر کشت فندق به حدود ۴۴۷۳۸ هکتار در پایان برنامه پنجم و افزایش میزان تولید به حدود ۳۸۶۳۰ تن در پایان برنامه از اهداف کمی برنامه‌های تولیدی وزارت جهاد کشاورزی بوده است. در استان گیلان سطح زیر کشت باغات فندق حدود ۱۸هزار هکتار می‌باشد که این رقم معادل ۸۵ درصد باغ‌های فندق ایران بوده و در رتبه نخست کشور قرار دارد (۴). اما میزان تولید حدود ۱۲۰۰۰ تن و متوسط عملکرد ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که در برخی مناطق عملکردهایی با ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز دیده می‌شود. این مسئله حاکی از پایین بودن عملکرد محصول در این باغات می‌باشد. دراین میان سایر مشکلات مانند تداوم عملکرد و سال‌آوری همچنین پوکی و کوچکی اندازه میوه هم در باغات فندق مشاهده می‌گردد. اکثر فندق‌هایی که در استان مورد کشت وکار قرار می‌گیرند ژنوتیپ‌های بومی برتر هستند که از توده‌های بومی انتخاب شده‌اند و چون این ژنوتیپ‌ها از گزینش طبیعی حاصل شده‌اند دارای عملکرد مطلوب نیستند در حالی‌که در کشورهای پیشرو عملکرد فندق ۲۰۰۰-۱۵۰۰

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک وآب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان
(*- نویسنده مسئول: (Email: lahigy123@gmail.com
DOI: 10.22067/jhs.2021.61863.0
2- Deviation from Optimum Percentage

کیلوگرم در هکتار می‌باشند. کشور آمریکا با استفاده از هیبریداسیون و گزینش نتاج برتر به عملکردی بالای ۳ تن در هکتار رسیده است. بنابراین شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر جهت معرفی ارقام پر محصول و مقام به سرما و شرایط مناطق فندق‌کاری از الویت‌های مناطق فندق‌کاری می‌باشد. از عوامل موثر دیگر برکاهش عملکرد باغات، ناهنجاری‌های تغذیه‌ای می‌باشد که می‌بایست وضعیت تغذیه و ناهنجاری‌های باغات و عوامل مؤثر در جذب و مصرف عناصر غذایی شناسایی شده و با توجه به نتایج حاصله نسبت به توصیه مقادیر و منابع مناسب کودهای شیمیایی و زمان مصرف آنها اقدام نمود. با توجه به اینکه سرخشکیدگی‌ها و علائم کمبود مواد غذایی در باغات به طور گسترده وجود داشته و بعنوان یک معضل شایع مطرح شده است و از طرفی باغداران یا نسبت به تغذیه باغات با کودهای شیمیایی اقدام نمی‌نمایند یا اینکه فقط از کودهای ازته و فسفره آن هم به میزان بسیار کم و روش‌های نادرست استفاده می‌نمایند و همچنین دستورالعمل کودی مناسبی برای تغذیه این باغات وجود نداشته، شاهد کاهش عملکرد در این باغات هستیم. مصرف بهینه کود و رعایت تناسب بین عناصر غذایی در افزایش کمی و کیفی محصول اهمیت زیادی دارد. برای تعیین نیاز گیاه به عناصر غذایی از روش‌های مختلفی از جمله مشاهده علایم کمبود، آزمون خاک و تجزیه گیاه می توان استفاده نمود (۲۷).

از آنجا که برگ اصلی‌ترین و مهمترین محل متابولیسم گیاه است و غلظت عناصر غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل گیاه، همبستگی خوبی با عملکردگیاه دارد (۵۴). بنابراین تجزیه برگ و تفسیر نتایج حاصله، به شرطی که بر اساس روش‌های استاندارد انجام شود، می‌تواند اطلاعات خوبی از وضعیت تغذیه گیاه فراهم کرده و برای توصیه کودی مناسب مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های عمده برای تفسیر نتایج تجزیه گیاهی عبارتند از : روش غلظت بحرانی عناصر غذایی، روش حدکفایت، روش تشخیص چندگانه و روش دریس[1] (روش تلفیقی تشخیص و توصیه کودی) . یکی از راه‌های تشخیص وضعیت تغذیه‌ای گیاه روش دریس است که این روش دارای پیچیدگی فراوانی به دلیل داده‌های پایه‌ای زیاد می‌باشد تا مقادیر مرجع و قابل اعتماد، و نیز ضریب تغییرات (CV) مناسب حاصل گردد.

در روش‌های حد بحرانی و حد کفایت تنها کمبود یا زیادی یک عنصر غذایی از طریق مقایسه با ارقام مرجع مشخص می‌شود. چنانچه مقادیر عناصر غذایی در نمونه‌های تحت بررسی کمتر از ارقام مرجع باشد، انتظار کاهش عملکرد و یا حداقل افت کیفیت محصول مطرح خواهد بود. در صورتی که در روش دریس، علاوه بر کمبود یا زیادی عناصر غذایی، تعادل نسبی میان عناصر غذایی و همچنین ترتیب نیاز غذایی گیاهان به صورت کمی قابل محاسبه و بیان خواهد بود (۵۲). روش انحراف از درصد بهینه مشابه روش دریس است ولی بسیار ساده تر و عملی‌تر می‌باشد. دردی‌پور و همکاران (۱۳) درارزیابی تعادل تغذیه‌ای باغات هلو با روش انحراف از درصد بهینه (DOP) ترتیب نیازمندی باغات را به صورت P>Ca>Mn>K>Fe>Cu>Zn>Mg>N و نشان دادند که فسفر، کلسیم و منگنز در باغات با عملکرد کم در اولویت کمبود هستند. مستشاری و گل محمدی (۳۷) به منظور بررسی و شناخت ناهنجاری های تغذیه‌ای و تعیین انحراف از حد بهینه عناصر غذایی به روشDOP در باغات زیتون شهرستان طارم مطالعه‌ای انجام دادند که غلظت عناصر در شاخص DOP صفر برای نیتروژن ۱/۳۷ درصد ، فسفر ۰/۶۵ درصد و پتاسیم ۱/۷ درصد، و آهن ۵۰۰، روی ۲۱، مس ۵، منگنز ۵۳ و بور ۲۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم ماده خشک مشخص نمودند. همچنین میزان میانگین ترتیب نیاز تغذیه‌ای باغات زیتون به عناصر غذایی را به صورت زیر تعیین نمودند: N>Fe>Mn>Zn>K>P>B>Cu. صمدی و مجیدی (۴۹) در استفاده از روش دریس و مقایسه آن با درصد انحراف از بهینه در باغات انگور آذربایجان غربی دامنه کفایت غلظت عناصر N, P,K,Ca,Mg,Fe,Mn,Zn,Cu,B را تعیین نمودند. آنها عنصر منیزیم از عناصر ماکرو و در بین عناصر میکرو عنصر روی را منفی‌ترین شاخص تعیین نمودند. هر دو روش نتیجه مشابهی را ارائه نمودند و براساس نتایج این محققین، شاخص انحراف از درصد بهینه در همه تاکستان‌های با عملکرد کم، خیلی بزرگ تر از صفر بود که بیانگر نبود تعادل عناصر غذایی جذب شده در باغ‌های انگور می‌باشد. سهرابی و همکاران (۵۱) وضعیت تعادل تغذیه‌ای تاکستان‌های شهرستان خدابنده را با استفاده از روش انحراف از حد بهینه مطالعه کردند. آنها مقادیر عناصر غذایی در برگ تاکستان‌ها را اندازه‌گیری کردند و با استفاده از روش انحراف از حد بهینه و مقایسه با نتایج جداول مرجع (مقایسه با باغات با عملکرد بالا) مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و نقشه پراکنش عناصر غذایی تهیه کردند. بر اساس نتایج بدست آمده، کمبود پتاسیم و روی در اکثر باغ‌ها، کمبود شدید مس و زیاد بود بور در تمام باغ‌ها، زیاد بود نیتروژن، فسفر، منگنز و روی در تعدادی از باغ ها وجود داشته و کمبود منگنز مشاهده نشد. بصیرت و همکاران (۵) در ارزیابی و تعیین وضعیت تغذیه‌ای باغات پرتقال فارس عنوان نمودند که بیش از ۵۰ درصد باغات مورد ارزیابی مقادیر نیتروژن، کلسیم و منگنز آنها کمتر از عدد مرجع به دست آمده بود و غلظت بور در گروه باغات با عملکرد بالا بیش از۵۰ درصد کمتر از باغات با عملکرد پایین بود که نشان دهنده محدودیت این عنصر در گیاه برای عملکرد است. همچنین، نتایج تجزیه آماری چند متغیره و تجزیه به

1- Dris (Diagnosis and Recommendation Integrated System)

مولفه‌های اصلی نشان داد که عناصر نیتروژن، کلسیم، آهن و روی به ترتیب بیشترین اثر را بر تغییرات عملکرد داشتند. همچنین حسینی (۱۹) ترتیب نیاز به عناصر با کمک شاخص DOP در باغهای لیموترش استان هرمزگان به صورت Mn>Fe>Zn>N>K>Cu>Cl>B>P تعیین نمودند، آنها عنوان نمودند که بر اساس نتایج این تحقیق باغهای لیموترش در استان هرمزگان از تعادل تغذیه‌ای مطلوبی برخوردار نمی‌باشند و پیشنهاد نمودند، عناصر کم مصرف منگنز و آهن و روی در اولویت مصرف در این باغها قرار گیرد. مستشاری و همکاران (۳۸) در بررسی وضعیت عناصر غذایی در باغ های زیتون استان قزوین با استفاده از روش‌های انحراف از درصد بهینه و تشخیص چندگانه نبود مدیریت صحیح و کوددهی نامتعادل در این باغها را از دلایل وضعیت نامتعادل عناصر غذایی دانستند و هر دو روش کمبود عناصر کلسیم، منیزیوم و نیتروژن را در باغات نشان دادند. آدیلگلو و آدیلگلو[1] (۱) در ارزیابی باغات فندق درخاک‌های اسیدی ترکیه با روش حد بحرانی مشاهده نمودند که کمبود کلسیم در ۹۳/۴ درصد از باغات وجود دارد. آهن قابل جذب و مس در حد کفایت بودند و در۷۰ درصد از باغات کمبود روی مشاهده شد. کمبود نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و روی به ترتیب در ۲۰، ۲۶، ۶، ۷۳، ۵۰ و ۶۶ درصد باغات مشاهده شد. ولی میزان آهن، مس و منگنز در برگ‌ها به حدکفایت بود. میلوسویچ و همکاران[2] (۳۵) دربررسی وضعیت تغذیه برگی و دینامیک عناصر ماکرو در فندق اروپایی در غرب صربستان اظهار داشتند که بیشترین تغییرات فصلی در مقدار منیزیم با ٪ CV=۱۸/۱۹ و نیتروژن CV=۱۲/۹۵٪ و کمترین در فسفر با ۴ درصد مشاهده گردید. بیشترین مقدار عناصر در نیتروژن ۱/۸۳ درصد و فسفر ۰/۴۳ درصد و پتاسیم ۱/۷۷ درصد در طول دوره رشد در رقم نوچیون و کلسیم ۱/۲۷ درصد و منیزیم ۰/۴۴ درصد در رقم توندا و رومانا و ایستریک به ترتیب مشاهده شد. توس و همکاران[3] (۵۹) در تحقیقات جهانی یک فاصله زیاد روی نیازهای کودی فندق وجود دارد چرا که بیشتر تحقیقات تغذیه‌ای روی خاک متمرکز شده، در حالی‌که رشد فندق به دانش بیولوژی، بیوشیمی و خصوصیات فیزیولوژی گیاهی وابسته می‌باشد. محققین مختلف اظهار نظرات متفاوتی در خصوص جذب عناصر غذایی در برگ درختان فندق دارند، دراین ارتباط کوالنکو[4] (۲۴) و هورز وکورمک،[5] (۱۸) عنوان نمودند که مقدار عناصر غذایی در برگ فندق (کمبود، بیشینه و بهینه) مستقیما به میزان عناصر در خاک، هارت،[6] (۱۷) و آدیلگلوآدیلگلو (۱) عنوان نمودند که بهpH خاک‌ها، جونز،[7] (۲۱) به میزان آب درخاک ارتباط دارد و کانالی[8](۹) عنوان نمود که به رقم و شرایط اقلیمی وابسته است.

بسیاری مولفین مقدار بهینه عناصر در برگ فندق مطالعه نمودند اما اغلب داده‌های متفاوتی و گسترده‌ای از اعداد در عناصر تعیین شده که به رقم وژنوتیپ بکار رفته در اقلیم مطالعه شده وابسته هستند. حد بهینه عناصر غذایی در برگ فندق توسط محققین مختلف بیان گردیده است: نیتروژن در محدوده‌ای از ۳/۵۴ –۱/۲۰ درصد، فسفر ۰/۶۰–۰/۱۰ درصد، پتاسیم ۳/۰–۰/۳۶درصد، کلسیم۰ ۲/۵۰–۰/۶۰ درصد و منیزیم ۱/۰–۰/۱۸ درصد (۴۴، ۱۲، ۱۰، ۵۰، ۳۹، ۱۸، ۴۸، ۲۶، ۳۴ و ۲۵).

تاراکیگولو و همکاران[9] (۵۵) در ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای در باغات فندق ناحیه اردو ترکیه با روش تجزیه برگی و خاک اظهار داشتند که خاک باغات فندق معمولا اسیدی و با آهک کم، رسی لومی تا لومی رسی بوده و به میزان کافی نیتروژن و کربن آلی دارند. این خاک‌ها کمبود بور، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و روی دارند. میزان کمبود به ترتیب در این خاک‌ها ۹۳/۹ درصد بور، ۴۹/۲ فسفر، ۶۹/۲ پتاسیم، ۳۸/۵ درصد کلسیم، ۱۲/۳ درصد منیزیم و ۷۵/۴ درصد روی بود. منگنز و مس به میزان کافی وجود داشت. در تجزیه برگی باغات کلسیم، آهن، مس و منگنز به میزان کافی و بیشنه وجود داشت. اما کمبود نیتروژن در ۵۷ درصد از باغات، فسفر در ۶۴/۶ درصد، پتاسیم در ۶۶/۲ درصد، منیزیم در ۸۵/۵ درصد، روی در ۲۶/۹ درصد و بور در ۹۱/۵ درصد از باغات ملاحظه شد. این پژوهش با هدف تشخیص کمبودهای عناصر غذایی و تعیین الویت تغذیه عناصر غذایی و نهایتا بررسی وضعیت تعادل این عناصر غذایی در باغات فندق استان گیلان با استفاده از شاخص انحراف از درصد بهینه بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی استان گیلان در ارتفاعات سه شهرستان سیاهکل، املش و رودسر قرار دارد، که از مناطق اصلی فندق‌کاری استان می‌باشند. این تحقیق به منظور بررسی وضعیت تغذیه‌ای و تعیین انحراف از درصد بهینه (DOP) در باغات فندق استان گیلان اجرا شد. جهت اجرای این طرح، ۳۲ باغ از درختان بارده ۱۰ ساله در سه شهرستان سیاهکل، املش و رودسر، از رقم غالب باغات منطقه (رقم 'گرد') نمونه‌برداری به نحوی که از لحاظ مدیریت و عملکرد متفاوت باشند صورت پذیرفت. تعداد ۱۷ باغ از منطقه اشکورات رودسر، ۷ باغ از مناطق فندق خیز شهرستان

1- Adiloglu. And Adiloglu
2- Milosevic and et al
3- Tous and et al
4- Kowalenko and et al
5- Horuz, A. and A. Korkmaz
6- Hart

7- Jones
8- Canali
9- Tarakcioglu and et al

سیاهکل و ۸ باغ از منطقه اشکورات شهرستان املش انتخاب شد. تعداد ۱۰ باغ از باغاتی که به علت مدیریت خوب بالاترین عملکرد را داشتند جهت تعیین غلظت استاندارد (Cref)[1] و باغات دیگر با عملکردهای پایین و متوسط بطور همزمان جهت تعیین وضعیت تغذیه ای بصورت تصادفی انتخاب گردیدند. در مرداد ماه که غلظت ماده غذایی در برگ نسبتاً ثابت است حدود ۵۰ برگ از برگ‌های سالم از وسط سرشاخه های جوان در جهات مختلف درخت به صورت مرکب از ۱۰ درخت در هر باغ تهیه شد. نمونه‌های عاری از آفت و بیماری به آزمایشگاه منتقل شد، نمونه‌های برگ در آزمایشگاه ابتدا با آب معمولی و سپس با آب مقطر شسته شدند. سپس نمونه‌ها در دمای ۶۵ درجه سلسیوس در آون، قرار داده شدند تا خشک گردند. نمونه‌های خشک شده کاملاً پودر و از الک نیم میلیمتری عبور داده شدند. غلظت عناصر غذایی شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس، منگنز، موجود در آنها اندازه‌گیری شد. در تجزیه برگی عناصر غذایی نیتروژن، به روش هضم تر و با دستگاه کجلدال، فسفر به روش اسپکتروفتومتری، پتاسیم به روش فلیم فتومتری، منگنز، مس، آهن و روی، به روش خاکستر خشک با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شدند. شاخص DOP برای یک عنصر غذایی در واقع میزان انحراف غلظت آن عنصر غذایی در مقایسه با مقدار بهینه بدست آمده تعریف می‌شود. مقدار شاخص DOP به کمک فرمول (۱) محاسبه گردید (۴۰):

$$DOP = \left[\frac{(C \times 100)}{C_{ref}}\right] - 100 \qquad (۱)$$

DOP: انحراف از درصد بهینه؛ C : غلظت هر عنصر؛ Cref : غلظت بهینه عناصر غذایی

میانگین غلظت هر عنصر غذایی در نمونه‌های باغات فندق با عملکرد نسبی زیاد به عنوان عدد مرجع برای محاسبه شاخص انحراف از درصد بهینه استفاده شد. با استفاده ازشاخص‌های محاسبه شده، ترتیب نیاز غذایی باغات فندق به عناصر غذایی مختلف تعیین و عناصر غذایی محدودکننده (منفی‌ترین شاخص) عملکرد، مشخص شدند. جمع قدر مطلق شاخص‌های انحراف از درصد بهینه (فرمول ۲) برای باغات محاسبه شد، تا میزان انحراف از تعادل تغذیه‌ای در آنها مشخص گردد .

$$\Sigma\, DOP = |IA| + |IB| + \ldots |In \qquad (۲)$$

که در آن، ΣDOP: جمع قدر مطلق شاخص‌های انحراف از درصد بهینه و شاخص IA، IB و .... شاخص انحراف از درصد بهینه برای هر عنصر است .محاسبه مقدار رابطه‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد. براساس شناخت از وضعیت باغات و میزان عملکرد محصول باغات به دو دسته عملکرد بالا، متوسط و پایین تقسیم‌بندی شدند، میانگین غلظت عناصر در باغات با عملکرد بالا بعنوان غلظت مطلوب و بهینه مورد استفاده قرار گرفت. از مجموع ۳۲ باغ مورد بررسی، تعداد باغات با عملکرد بالا، ده باغ و بقیه باغات در گروه عملکرد کم و متوسط قرار گرفتند، از میانگین غلظت عناصر در باغات با عملکرد بالا به عنوان اعداد استاندارد تعیین شده برای محاسبه شاخص‌های انحراف از درصد بهینه مورد استفاده قرار گرفت (۳۹).

نتایج و بحث

حدود بهینه عناصر در باغات فندق حدود بهینه از میانگین میزان عناصر در باغات با عملکرد بالا در مناطق مورد اجرای طرح بدست آمده است، میانگین عملکرد محصول در مزارع با عملکرد بالا، ۲۰۰۰ تن در هکتار بوده و در عملکرد پایین کمتر از ۱ تن در هکتار بوده است. ارقام استاندارد تعیین شده برای ۷ عنصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، مس، روی و آهن، در برخی عناصر مانند نیتروژن، مس، آهن محدوده‌ای متفاوت با غلظت‌های بهینه‌ای است که در برگ فندق ارائه نموده است. حدود بهینه برای نیتروژن ۲/۵۱-۲/۲۱ درصد، فسفر ۰/۴۵-۰/۱۴ درصد، پتاسیم ۲-۰/۸۱ درصد، منگنز ۶۵۰-۲۶ میلی‌گرم درکیلوگرم، آهن ۴۰۰-۵۱ میلی‌گرم درکیلوگرم، روی ۶۰-۱۶، مس ۱۵-۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برگ فندق نقل کرده است (۴۲). علت تفاوت را می توان نتیجه در حاصلخیزی، مدیریت تغذیه باغات و اقلیم متفاوت در دو منطقه آزمایش شده دانست. نتایج آماری عناصر در برگ باغات عملکرد بالا در جدول ۱ و پایین در جدول ۲ نشان داده شده است.

همانطوری که در شکل ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود میانگین غلظت عناصر N, P, Fe, Mn, Zn, Cu در مزارع با عملکرد بالا بیشتر از غلظت عناصر غذایی در مزارع با عملکرد پایین می‌باشد ولی در محاسبات آماری مقایسه این میانگین‌ها با آزمون t جفتی معنی‌دار نشده است.($p\text{-}value \geq 0.05$) که از دلایل این امر می‌تواند عدم تغذیه مناسب باغداران منطقه می‌باشد. در جدول ۴ شاخص‌های انحراف از درصد بهینه محاسبه و در جدول ۵ ترتیب نیاز غذایی درختان فندق گنجانده شده است، همان طور که مشاهده می‌گردد، شاخص‌ها به صورت اعداد مثبت، منفی و یا صفر هستند، عدد صفر وضعیت بهینه غلظت را نشان می‌دهد. عدد مثبت زیادی و عدد منفی کمبود عنصر را می‌رساند. بر اساس شاخص‌های انحراف از درصد بهینه، در بین عناصر منگنز و نیتروژن و آهن به ترتیب منفی‌ترین شاخص‌ها را داشتند، به طوری‌که منگنز در ۷۸ درصد باغات شاخص منفی و نیتروژن ۶۵ درصد شاخص منفی را داشته‌اند به همین ترتیب عناصر بعدی آهن در ۶۰ درصد باغات و فسفر در ۵۶ درصد باغات شاخص منفی، عنصر روی در ۵۳ درصد باغات و پتاسیم در ۵۰ درصد باغات و نهایتاً مس در ۴۶ درصد از باغات منفی‌ترین شاخص را به خود اختصاص دادند.

1- Concentration reference

کمبود منگنز در باغات فندق بالاترین میزان کمبود را داشته که کمبود آن در pH های بالا اتفاق می‌افتد و کمبود آن باعث کاهش فتوسنتز و گلدهی و تشکیل میوه می‌شود. منوچهری (۳۱) بیان نمود که منگنز در واکنش‌های انتقال الکترون در گیاه دخیل بوده و در تولید کلروفیل نیز نقش دارد. همچنین عدم مصرف کودهای ریز مغذی از علل اصلی کمبود منگنز در باغات می‌باشد. بنابراین توجه کافی به تغذیه منگنز در خاک‌های دچار کمبود باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه خواهد گشت. منگنز در ترکیب آنزیم های فتوسنتزی و تنفسی نقش داشته و در متابولیسم گیاهی نقش فعالی دارد. در گیاهان مواجه با کمبود منگنز، جذب فسفر و کلسیم، میزان کلروفیل، فتوسنتز و مقدار روغن کاهش می‌یابد (۳۰). تحقیقات نشان داده گیاهانی که کمبود منگنز دارند، نه تنها میزان کلروفیل، بلکه حتی به میزان بیشتر، اجزای معمولی غشای کلروپلاست، مانند گلیکولیپیدها و اسیدهای چرب غیر اشباع کاهش می‌یابند و میزان روغن چنین گیاهانی اغلب پایین است. منگنز نیز به عنوان عامل فعال کننده در بسیاری از آنزیم‌ها به ویژه آنزیم‌های درگیر در فرایندهای فتوسنتزی گیاهان نقش دارد. کمبود منگنز باعث کاهش رشد، نکروزه شدن برگ‌ها و ریزش زودتر از موعد برگ‌ها می شود (۲۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه آماری عناصر موجود در برگ درختان فندق در باغات با عملکرد بالا

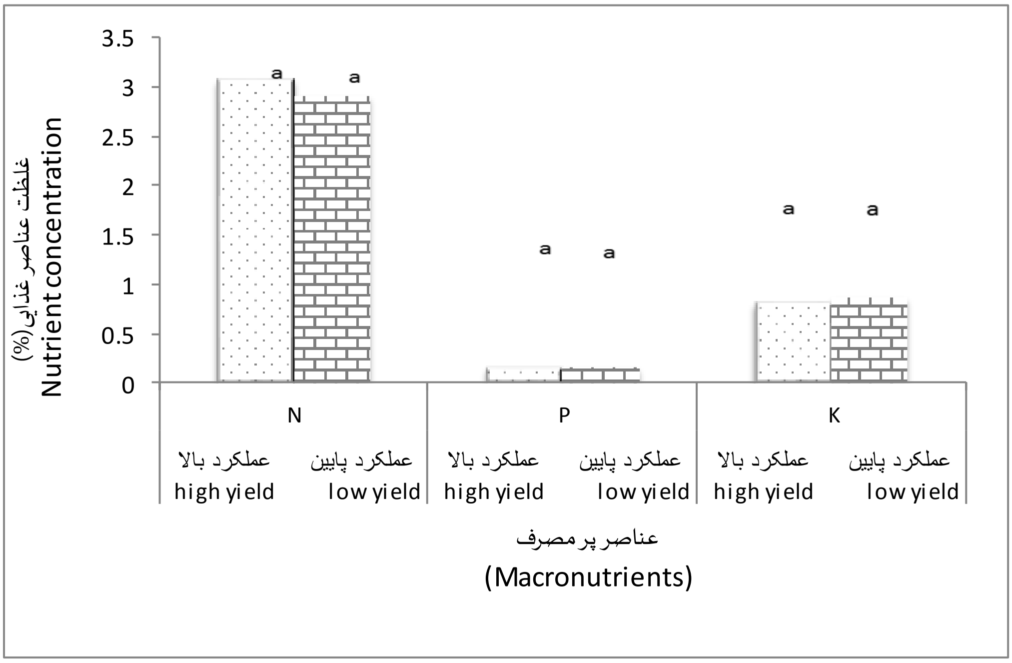
Table 1- Results of statistical analysis for leaf elements of hazelnut trees in high yield orchards

متغیر Variable	ضریب تغییرات Coefficient of variation	کشیدگی Kurtosis	چولگی Skewness	واریانس Variance	انحراف معیار Standard of deviation	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean
N (%)	9.4	0.10	0.41	0.08	0.29	3.60	2.62	3.08
P (%)	8.9	1.66	0.20	0.00	0.01	0.19	0.14	0.16
K (%)	33.4	3.39	1.75	0.07	0.27	1.44	0.53	0.80
Fe (mg kg^{-1})	17.5	0.16	-0.28	9991.13	99.96	727.35	387.12	570.38
Mn (mg kg^{-1})	91.4	0.42	1.22	25670.57	160.22	481.90	26.81	175.26
Zn (mg kg^{-1})	19.2	1.96	1.25	68.08	8.25	61.56	34.85	42.93
Cu (mg kg^{-1})	28.1	-0.59	-1.00	22.99	4.79	21.84	8.72	17.09

جدول ۲- نتایج تجزیه آماری عناصر موجود در برگ درختان فندق در باغات با عملکرد پایین

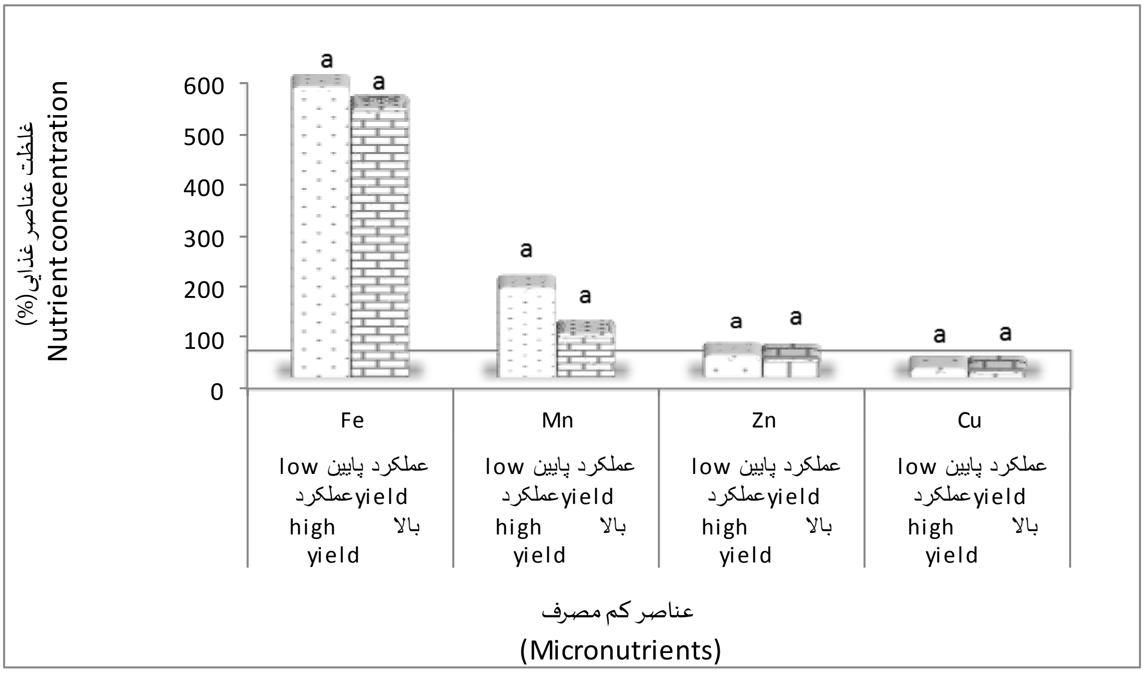
Table 2- Results of statistical analysis for leaf elements of hazelnut trees in low-yield orchards

متغیر Variable	ضریب تغییرات Coefficient of variation	کشیدگی Kurtosis	چولگی Skewness	واریانس Variance	انحراف معیار Standard of deviation	حداکثر Maximum	حداقل Minimum	میانگین Mean
N (%)	7.03	-0.47	0.40	0.04	0.21	3.30	2.58	2.93
P (%)	19.07	0.17	0.89	0.00	0.03	0.23	0.13	0.16
K (%)	29.3	2.17	0.94	0.06	0.25	1.51	0.44	0.86
Fe (mg kg^{-1})	16.8	-0.86	-0.17	7950.52	89.17	657.47	355.84	529.39
Mn (mg kg^{-1})	73.9	-1.14	0.48	4104.64	64.07	197.47	9.10	86.68
Zn (mg kg^{-1})	20.2	-0.99	0.29	67.33	8.21	56.47	29.97	40.59
Cu (mg kg^{-1})	29.8	-1.73	-0.25	24.07	4.91	22.30	8.93	16.45



شکل ۱- غلظت برگی عناصر پرمصرف N, P, K در باغات فندق با عملکرد بالا و پایین

Figure 1 -Macro element (N, P, K) concentrations of hazelnut leaf in high and low yield orchards (*p-value≥0.05*)



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت عناصر کم مصرف (Fe, Mn, Zn, Cu) در باغات با عملکرد بالا و پایین

Figure 2- Micro elements (Fe, Mn, Zn, Cu) concentrations of hazelnut leaf in high and low yield orchards (*p-value≥0.05*)

دومین عنصر دارای کمبود نیتروژن بوده است (۳۰) نیتروژن مهمترین عنصر غذایی در تغذیه درختان است که تعیین کننده رشد رویشی درختان است. ازت در رشد رویشی، گلدهی، تشکیل میوه، عملکرد محصول دخالت دارد، لذا توجه به تغذیه نیتروژن در

باغات فندق از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به عدم مصرف کودهای نیتروژنه و یا کافی نبودن مقدار آن و همچنین پایین بودن ماده آلی در خاک¬های منطقه سبب کمبود این عنصر مهم در باغات فندق شده که این امر دور از انتظار نبوده و طبیعی به نظر می‌رسد. کمبود آهن در سومین الویت کمبود عناصر می‌باشد که با توجه به آهکی بودن و pH بالای اکثر خاک‌های منطقه و کمبود مواد آلی کمبود آهن امر شناخته شده‌ای است البته عوامل دیگری همانند آبیاری غرقابی و به دنبال آن تولید بیکربنات، همچنین سنگین بودن بافت خاک‌های منطقه، عدم تهویه مناسب و مخصوصاً عدم مصرف کود نیز در بروز کمبود آهن تأثیرگذار هستند (۱۱). آهن نیز یکی از عناصر غذایی ریزمغذی می‌باشد که در اعمال متابولیکی مثل ساخت کلروفیل، توسعه کلروپلاست، تولید رنگدانه و به عنوان کاتالیزور در فعالیت‌های آنزیمی از جمله آنزیم‌های مسیر تنفس نوری و گلیکولات و آنزیم‌های تنظیم و کنترل تعرق گیاه شرکت دارد (۶ و ۷). در شرایط کمبود آهن، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته (۳) و در نتیجه از ذخیره نشاسته و قند در برگ‌ها کاسته می‌شود که این امر موجبات کاهش وزن و عملکرد دانه را فراهم می‌کند (۲۸). فسفر نیز در الویت چهارم کمبود می‌باشد که اولا به دلیل عدم مصرف کودهای شیمیایی فسفره و ثانیا ممکن است به دلیل تثبیت فسفر توسط رس‌ها و از طرف دیگر به دلیل آهکی بودن خاک‌های منطقه (جدول ۳)، فسفر با کلسیم به صورت فلورآپاتیت و هیدروکسی آپاتیت رسوب می کند .در نتیجه فسفر قابل استفاده برای گیاه کم بوده و نیاز به آن برای گیاه اولویت پیدا می‌کند.

جدول ۳- برخی از نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک باغات مورد مطالعه

Table 3– Some selected soil physical and chemical characteristics of the studied orchards

باغ Orchard	شوری EC	pH	کربن آلی OC	آهک T.N.V	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand
	$ds.m^{-1}$		%	%	%	%	%
1	0.83	7.72	1.35	15.96	24.84	37.26	37.90
2	0.91	7.76	1.45	11.17	20.70	33.12	46.18
3	0.51	7.82	0.74	16.49	16.56	28.98	54.46
4	0.76	7.72	1.07	17.02	33.12	31.74	35.14
5	0.63	7.90	0.58	46.82	26.22	38.64	35.14
6	0.49	7.96	0.54	47.35	35.88	42.78	21.34
7	0.59	7.85	1.85	19.68	38.64	37.26	24.10
8	0.84	7.63	1.67	44.69	28.15	47.75	24.10
9	0.85	7.78	0.78	35.11	31.74	35.88	32.38
10	0.91	7.33	2.23	2.66	28.98	33.12	37.90
11	0.49	7.77	0.86	2.13	30.36	34.50	35.14
12	0.49	7.78	0.93	2.13	22.08	26.22	51.70
13	0.51	7.78	0.91	5.32	24.84	30.36	44.80
14	0.91	7.71	1.39	17.56	11.04	35.88	53.08
15	0.56	7.73	2.11	27.13	27.60	55.20	17.20
16	0.77	7.39	0.78	1.60	27.60	33.12	39.28
17	0.60	7.80	1.29	28.20	27.60	33.12	39.28
18	1.00	7.44	3.18	3.19	19.32	35.88	44.80
19	0.49	7.80	1.11	15.43	35.88	33.12	31.00
20	0.60	7.13	1.21	1.60	19.32	41.40	39.28
21	0.55	7.1	3.88	47.88	23	38.8	38.20
22	0.54	7.74	0.70	20.75	24.84	38.64	36.52
23	0.63	7.75	0.86	11.70	22.08	35.88	42.04
24	0.76	7.57	1.93	5.32	22.08	33.12	44.80
25	0.48	7.40	0.56	3.72	17.94	34.50	47.56
26	0.54	7.48	0.32	4.79	5.52	27.60	66.88
27	0.57	7.92	0.18	10.64	13.80	30.36	55.84
28	0.49	7.83	0.80	26.60	44.16	31.74	24.10
29	0.72	7.86	0.91	38.84	30.36	42.78	26.86
30	0.48	7.75	0.48	45.75	35.88	41.40	22.72
31	0.61	7.84	1.09	45.75	33.12	44.16	22.72
32	0.43	7.86	1.03	10.64	30.36	35.88	33.76
میانگین Mean	0.66	7.67	1.25	18.33	25.32	35.82	38.86

جدول ٤- شاخص های انحراف از درصد بهینه باغات و تعادل تغذیه‌ای باغات فندق

Table 4- DOPand nutritional balance indices in hazelnut orchards

ردیف Orchard	شاخص تعادل تغذیه ای (NBI)	شاخص‌های DOP DOP indices						
		N	P	K	Fe	Mn	Zn	Cu
1	279.74	-8.51	-3.13	-44.84	-9.72	-51.51	-151.51	10.53
2	301.67	16.10	0.00	-4.19	-2.41	-84.71	-184.71	9.56
3	353.25	5.04	-14.06	-12.90	-9.49	-94.81	-194.81	22.13
4	320.76	-4.44	6.25	-15.80	15.35	-76.31	-176.31	26.29
5	371.47	-12.72	-20.31	-4.19	-17.13	-94.62	-194.62	27.87
6	344.77	3.76	18.75	1.62	-20.79	-84.73	-184.73	30.38
7	299.58	-8.51	7.81	-4.19	27.61	-67.50	-167.50	16.46
8	315.46	-7.23	-3.13	10.33	-11.70	-80.80	-180.80	21.49
9	142.15	-0.45	17.19	-15.80	6.86	14.97	-85.03	1.84
10	301.85	2.41	6.25	-18.71	4.10	174.90	74.90	20.58
11	201.00	11.89	-3.13	-33.22	3.99	-10.52	-110.52	27.72
12	347.95	-12.72	14.06	16.13	8.97	-85.43	-185.43	25.20
13	304.32	-5.87	-18.75	-33.22	-1.30	-65.48	-165.48	14.21
14	290.38	0.67	-15.63	-21.61	1.82	-66.80	-166.80	17.05
15	231.07	-16.71	23.44	24.84	-6.87	-20.38	-120.38	18.45
16	331.46	-19.34	-15.63	27.75	-14.80	-72.25	-172.25	-9.44
17	331.82	-1.66	-18.75	-18.71	-37.72	-60.37	-160.37	-34.24
18	123.30	0.98	-1.56	1.62	11.69	8.71	-91.29	-7.46
19	374.79	-4.37	-20.31	16.13	-37.57	-80.72	-180.72	-34.97
20	331.40	-9.86	-18.75	39.36	6.35	-67.38	-167.38	-22.31
21	247.90	6.39	42.19	36.46	-22.69	-14.52	-114.52	-11.14
22	217.28	-15.36	18.75	27.75	-32.09	-11.06	-111.06	1.23
23	225.05	11.06	-4.69	30.65	-5.25	-30.94	-130.94	11.52
24	237.70	-1.66	53.13	80.01	2.24	26.01	-73.99	-0.67
25	275.02	-3.09	0.00	-24.51	6.82	145.78	45.78	-49.04
26	265.60	-7.23	-4.69	-7.09	-23.89	-41.77	-141.77	-39.15
27	257.74	-5.87	-20.31	4.52	-0.82	-44.99	-144.99	-36.23
28	210.10	-3.09	-3.13	-12.90	20.60	-13.63	-113.63	-43.13
29	201.49	-9.86	-14.06	1.62	12.98	-7.58	-107.58	-47.81
30	224.58	0.98	3.13	80.01	-18.07	14.09	-85.91	-22.40
31	258.65	-5.87	7.81	88.72	-19.09	12.64	-87.36	-37.16
32	258.37	11.89	-18.75	-18.71	-23.02	-16.19	-116.19	-53.63

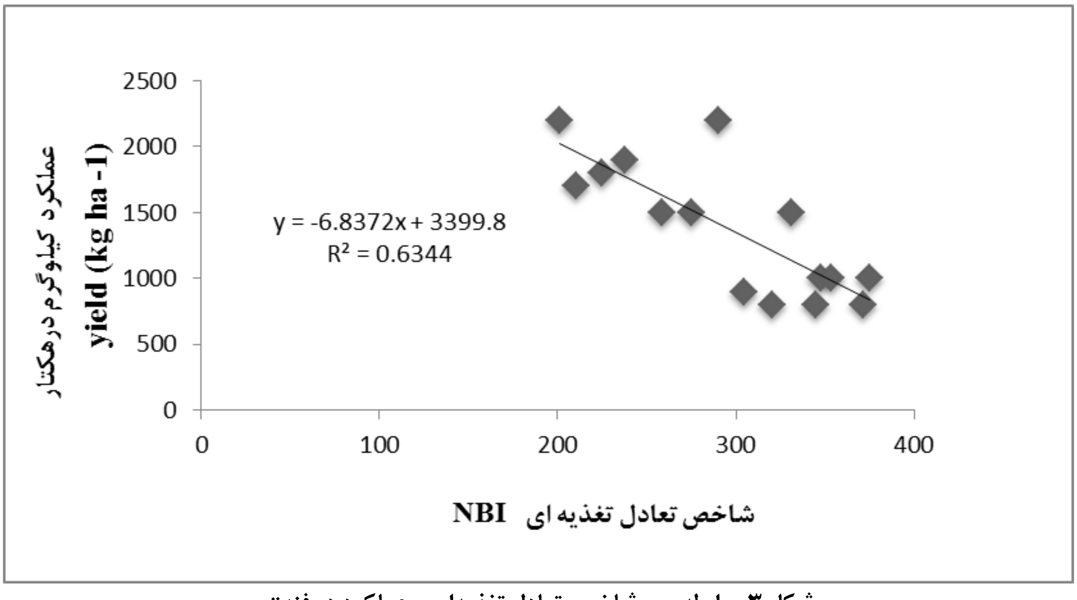
کمبود روی در الویت پنجم عناصر قرار گرفت که در اکثر خاک های کشاورزی ایران به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن، pH بالا، مصرف بیش از حد کودهای فسفاته، بیکربنات فراوان در آب‌های آبیاری عمومیت دارد (۴۶). روی در گلدهی و تشکیل میوه از اهمیت خاصی برخوردار بوده، عنصر روی به عنوان بخشی از ساختمان آنزیم ها و یا به صورت کوفاکتور عمل می‌کند. عنصر روی برای ساخت RNA،DNA، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، روغن‌ها و پروتئین ها استفاده می‌شود. عنصر روی همچنین در فتوسنتز، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، حفظ ساختمان و عملکرد غشای سلولی و هورمون تحریک کننده رشد و باروری (گلدهی و میوه دهی) گیاهان شرکت دارد (۳۲).

شاخص تعادل عناصر غذایی (NBI) که مجموع قدر مطلق شاخص‌های DOP می‌باشد به عنوان معیاری برای ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه استفاده می‌گردد. هر چند مجموع قدر مطلق شاخص های DOP بیشتر گردد، عدم تعادل تغذیه‌ای بیشتر خواهد شد. مونتانس و همکاران (۴۰) نتایج به دست آمده حاکی از این است که مزارع دارای NBI بالا عملکرد نسبتاً پایین داشتند همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود بین NBI و عملکرد همبستگی معکوس وجود دارد و نشان می‌دهد هر چقدر مقدار NBI از صفر دور می‌شود از مقدار عملکرد کاسته می‌شود. درجمع‌بندی با توجه به نظر محققینی که مقدار بهینه عناصر در برگ فندق مطالعه نمودند ولی اغلب داده های متفاوتی را دریافت نمودند و عنوان نمودند که به رقم و ژنوتیپ و موقعیت‌های اقلیمی وابسته‌اند، هرچند مناطق نمونه‌برداری شده در استان گیلان بوده ولی از نظر خصوصیات ارتفاعی و موقعیت باغ دارای تغییرات اقلیمی و خصوصیات خاکی و توپوگرافی متفاوتی بوده اند چراکه اغلب در مناطق کوهستانی و پرشیب این باغات واقع شده اند.

جدول ۵- مختصات نقاط جغرافیایی باغات، عملکرد و ترتیب اولویت کمبود عناصر غذایی در باغات فندق

Table 5- Coordinates of orchards geographical locations, yield and priority order of nutrient deficiency in hazelnut orchards

شماره باغ Orchard No.	مختصات جغرافیایی Geographical coordinates	1	2	3	4	5	6	7	عملکرد yield (kg ha^{-1})
1	0421601/4082861	Mn	K	Fe	N	P	Zn	Cu	750
2	0422285/4082156	Mn	Zn	K	Fe	P	Cu	N	2000
3	0423657/4081623	Mn	Zn	P	K	Fe	N	Cu	1000
4	0423416/4081532	Mn	K	Zn	N	P	Fe	Cu	800
5	0419253/4081237	Mn	P	Zn	Fe	N	K	Cu	800
6	0419031/4081322	Mn	Fe	K	N	Zn	P	Cu	800
7	0422455/4075640	Mn	N	K	P	Zn	Cu	Fe	2000
8	0422324/4075555	Mn	Fe	N	P	Zn	K	Cu	1700
9	0434724/4073543	K	N	Zn	Cu	Fe	Mn	P	1400
10	0437016/4068303	K	Zn	N	Fe	P	Cu	Mn	2000
11	0437089/4068308	K	Mn	P	Zn	Fe	N	Cu	2200
12	0439086/4067673	Mn	N	Fe	Zn	P	K	Cu	1000
13	0437916/4068552	Mn	K	P	Zn	N	Fe	Cu	900
14	0453771/4068649	Mn	K	P	Zn	N	Fe	Cu	2200
15	0432519/4083591	Mn	N	Fe	Zn	Cu	P	K	1100
16	0430810/4081238	Mn	N	Zn	P	Fe	Cu	K	1200
17	0430764/4081238	Mn	Fe	Cu	P	K	Zn	N	1200
18	0429721/4081819	Cu	P	N	K	Mn	Fe	Zn	700
19	0430549/4082217	Mn	Fe	Cu	P	N	K	Zn	1000
20	0430746/4082211	Mn	Cu	P	N	Fe	Zn	K	1500
21	0430646/4081640	Fe	Mn	Cu	N	Zn	K	P	1200
22	0430649/4081612	Fe	N	Mn	Cu	K	P	Zn	1800
23	0430743/4081478	Mn	Fe	P	N	Cu	Zn	K	900
24	0430561/4081596	N	Cu	Fe	Zn	Mn	P	K	1900
25	04075856/404071	Cu	K	N	P	Zn	Fe	Mn	1500
26	04075942/403621	Mn	Cu	Zn	Fe	N	K	P	1000
27	04077311/404338	Mn	Cu	Zn	P	N	Fe	K	1000
28	04082170/411212	Cu	Mn	K	P	N	Zn	Fe	1700
29	04082290/410858	Cu	Zn	P	Mn	N	K	Fe	900
30	04082385/410320	Cu	Zn	Fe	N	P	Mn	K	1800
31	04082320/410054	Cu	Zn	Fe	N	P	Mn	K	800
32	04076237/412974	Cu	Zn	Fe	P	K	Mn	N	1500



شکل ۳- رابطه بین شاخص تعادل تغذیه‌ای و عملکرد در فندق

Figure 3- Relationship between yield and nutritional balance index (NBI) in hazelnut

نتیجه‌گیری

با استفاده از روش DOP شاخص تعادل غذایی محاسبه شده برای باغ‌های فندق استان گیلان، همه بزرگ تر از صفر بود که نشان دهنده عدم تعادل نسبی بین عناصر غذایی جذب شده به وسیله درختان فندق می‌باشد.با توجه به اینکه هرچه این عدد بزرگتر باشد گیاه از تعادل تغذیه‌ای بیش تر فاصله می‌گیرد و هرچه تعادل غذایی در گیاه بیش تر به هم بخورد، عملکرد بیش تر کاهش می‌یابد (۲۹). وضعیت عناصر غذایی گیاه نیز تابعی از میزان قابل جذب این عناصر در خاک می‌باشد که به نوبه خود بیانگر نبود مدیریت صحیح و عدم تغذیه مناسب در باغات فندق است. با توجه به نتایج این تحقیق معلوم شد که منگنز، نیتروژن، آهن و فسفر روی، پتاسیم، و مس به ترتیب در باغ‌های با عملکرد کم، در اولویت کمبود قرار دارند و ترتیب الویت به صورت Mn>N>Fe>P>Zn>K>Cu می‌باشد، که می‌بایست تغذیه باغات باکودهای دامی و شیمیایی خصوصا براساس ترتیب الویت به دست آمده مورد توجه باغداران فندق منطقه قرار گیرد.

منابع

1- Adiloglu A., and Adiloglu S .2005. An investigation on nutritional problems of hazelnut grown on acid soils. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36: 2219-2226.

2- Alasvar C., Pelvan E., and Amarovicz R. 2010. Effects of roasting on taste-active compounds of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry 58: 8674-8679.

3- Alvarez-Fernandez A., Garcıa-Lavina P., Fidalgo C., Abadıa J., and Abadıa A. 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil 262: 5-15.

4- Anonymous. 2018. Ministry of Agricultural Jihad, Statistics of Guilan Agricultural Jihad Organization (In Persian).

5- Basirat M., Haghighatnia H., and Mousavi S.M. 2018. Evaluation and Determination of the Nutritional Status of Valencia Orange Orchards in South of Fars. Journal of Water and Soil 32(1): 143-154 (In Persian with English abstract)

6- Bernal M., Cases R., Picorel R., and Yruela I. 2007. Foliar and root Cu supply affect differently Fe and Zn-uptake and photosynthetic activity in soybean plants. Environmental and Experimental Botany 60:145–150.

7- Blakrishman K. 2000. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana. Indian Journal of Plant Physiology 5: 389-391.

8- Brække F.H., and Salih N. 2002. Reliability of Foliar Analysis of Norway spruce stands in Nordic gradient. Silva Fennica 36(2): 489-504.

9- Canali S., Nardi P., Neri U., and Gentili A. 2005. Leaf analysis as a tool for evaluating nutritional status of hazelnut orchards in Central Italy. Acta Hort., 686: 291-296.

10- Chaplin M.H. 1981. Intervalos Criticos de Nutrientes en Avellano. Referred as Personal Communication in Lopez-Acevedo.

11- Chen Y., and Break P. 1982. Iron nutrition of plant in calcareous soil. Advance in Agronomy 35: 217-240.

12- Childers N.F. 1973. Modern fruit science. (5th Ed) Somerset Press, Inc., Somerville, N.J., 960 p.

13- Dordipour E., Emami P., and Daryashenas A.M .2012. Evaluation of nutritional balance in peach orchards through deviation from optimum percentage (DOP) method. Journal of Soil Management and Sustainable Production 2(1): 2012. (In Persian with English abstract)

14- FAOStat. 2007. Agriculture data [online]. 26 Feb. 2008.Available from: http://faostat.fao. org/site/567/ default.aspx>.

15- FAOStat. 2012. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Production, Crops. http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor (accessed 20.02.12).

16- Gargouri K., Sarbeji M., and Barone E. 2006. Assessment of Soil Fertility Variation in an Olive Orchard and its influence on Olive Tree Nutrition. 2nd International Seminar on "biotechnology and quality of olive tree products around the mediterranean basin". Marsala- Mazara del Vallo, Italy Hort., 351: 395-418.

17- Hart J. 1986. Soil acidity, liming and nitrogen fertilization. In: Growers handbook. Nut GrowersSociety of Oregon, Washington and British Columbia.

18- Horuz A., and Korkmaz A. 2008. Determination of nutrient status in hazelnut leaves sampled fromTerme and Unye regions. pp. 1-5. http://www.toprak.org.tr/isd/isd_84.htm.

19- Hoseini Y. 2016. Application of deviation from optimum percentage (DOP) to determine the nutritional balance of sour lemon gardens in Hormozgan province. Water and Soil Science 26(3-2): 243-255 (In Persian with English abstract)

20- Jiménez S., Garín A., Gogorcena Y., Betrán J.A., and Moreno M.A. 2004. Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition. Influence of different rootstocks. Journal of Plant Nutrition 27(4):701-712

21- Jones Jr B.J. 1993. Modern interpretation systems for soil and plant analyses in the United States of America. Aust. J. Exp. Agr., 33: 1039-1043.
22- Kabata-pendias A., and Pendias H. 1999. Biogeochemistry of trace elements, Second Edition, Wyd. PWN, Warsaw, Poland.
23- KhalidBrin B., and Islamzadeh T. 2001. Mineral nutrition of higher plants. Shiraz University Press. 495 pages.
24- Kowalenko C.G. 1984. Derivation of nutrient requirements of filberts using orchard surveys. Can.J. Soil Sci., 64: 115-123.
25- Kowalenko C.G. 1996. Interpretation of autumn soil tests for hazelnut. Can. J. Soil Sci., 76: 195-202.
26- Lopez-Acevedo M. 1983. Estudio de la Fertilizacion del Avellano Mediante Diagnostico Foliar. Memoria Correspondiente al Convenion entre la Diputacion de Tarragona y la Universidat Politecnica de Barcelona.
27- Malakouti M.J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish Journal of Agricultural and Forestry 32: 215-220.
28- Malakouti M.J., and Gheibi M.N. 1999. Determination of critical levels of nutrients in soil, plant, and fruit for the quality and yield improvements in strategic crops of Iran. High Concoil for Appropriate Use of Pesticides and Chemical Fertilizers, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran, pp. 92. (In Persian)
29- Malakouti M.J., Keshavarz P., and Karimian N.A. 2008. A comprehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture. 7th Ed. Tarbiat Modars University Press, Tehran, Iran, p. 755.
30- Malakouti M.J.1996. Recognition of nutritional abnormalities in fruit trees and providing executive solutions to increase fruit production and quality improvement to the ISO global standard. Technical Magazine No. 13, Agricultural Education Publishing House, affiliated to the Deputy Minister of Education and Human Resources Equipment of the TAT Organization, Ministry of Agricultural Jihad, and Karaj, Iran. (In Persian)
31- Manouchehri S. 2005. Symptoms of deficiency and abundance of nutrients in horticultural plants. Publication of Agricultural Education, Agricultural Research and Training Organization, Deputy Minister of Education and Human Resources Equipment. (In Persian)
32- Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press Limited. Harcourt Brace and Company, Publishers, London pp. 347-364.
33- Mengel D.B., W.Segars, and Reham G.W. 1987. Soil Fertility and limiting. p. 462-489.In:J.R.Wilcox. Soybean: Improvement, Production and uses. No. 16.Aner. Soc.Agr. Medison. WI.USA.
34- Miletic R., Maric M., and Mitrovic M. 2001. Comparative studies of soil fertility, macro element content and water regime in Corylus. Acta Hort 556: 343-348.
35- Milošević T., and Milošević T. 2011. Diagnose apricot nutritional status according to foliar analysis. Plant Soil Environ. 57(7): 301-306.
36- Milosevic T., Milosevic N., Glisic I., and Paunovic G. 2009. Leaf nutritional status and macronutrient dynamics in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) under western Serbian conditions. Pak. J. Bot., 41(6): 3169-3178.
37- Mohses Mostashari M., and Golmohammadi M. 2011. Recognition of nutritional disorders and determination of the optimum concentration of nutrients in trees. Final report of soil and water section of Agricultural Research Center and Natural Resources of Qazvin Province. (In Persian)
38- Mohses Mostashari M., Khosrovinejad A., and Basirat M. 2018. Study of Nutrient Status in Olive Orchards of Qazvin Province using Nutritional Indices. Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), A / Volume 33, No. 3/2018. (In Persian with English abstract)
39- Molne R. 1976. Observaciones Para Una Racionalizaion y Economia en el Abonado de losavellanos. I Congreso International de Almendra y Avellana. Memoria, Reus, Spain, pp. 191-210.
40- Monge E., Montañés L., Val J., and Sanz M. 1995. A comparative study of the DOP and DRIS methods, for evaluating the nutritional status of peach trees.ISHS Acta Horticulturae 383: 191-199.
41- Montanes L., Heras J. Abadia and Sanz M. 1993. Plont analysis interpretation based on a new Index: Deviation from optimum percentage (DOP) y.Plawt Nutr. 16: 1289-1308
42- Mostashari M., Khosravinejad A., and Golmohamadi M. 2018. Comparative Study of DOP and CND Methods for Leaf Nutritional Diagnosis of Vitis Vinifera in Iran. Journal of the Communications In Soil Science And Plant Analysis 49(5): 576-584.
43- Olsen J., Extension horticulturist, Willamette Valley, Oregon State University.2013. Growing Hazelnuts in the Pacific Northwest Orchard Nutrition. EM 9080 November .2013 http://extension.oregonstate.edu/catalog.
44- Painter J.H. 1963. A Recent Leaf Analysis Service Development of Importance to Nut Growers in Oregon. Nut Growers Assoc. Washington Proc. 496-8.
45- R J Hill Laboratories Limited, Crop Guide Hazelnut.KB Item: 8259v3.Private Bag 3205, Hamilton 3240, New Zealand. Ph: +64 7 858 2000, Fax: +64 7 858 2001, mail@hill-labs.co.nz, www.hill-laboratories.com.
46- Ravi S., Channal H.T., Hebsur N.S., Patil B.N., and Dharmatti P.R .2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal Agriculture Science 32: 382-385.

47- Romisondo P., Me G., and Manzo P. 1983. Cultivar choice. Aspects and cultural practices and their effects on the quality of crops. Convegno International Sul Nocciolo, Avellino 61-75.
48- Romisondo P., Manzo P., and Tombesi A. 1983. Scelta delle Cultivar. Aspetti della Tecnica Colyurale e Loro Riflessi Sulla Cualita delle Produzioni. Atti del Cunvegno Internazionale sul Nocciuolo. Avellino, Italia, pp. 395-405
49- Samadi A., and Majidi A. 2010. Determining the reference numbers of the DRIS combination method and comparing it with the optimal deviation method (DOP) in white grapes. Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), A, Volume 24, Number 2. (In Persian with English abstract)
50- Shaer C.B., and Faust M. 1980. Nutritional Ranges in Deciduous Tree Fruits and Nuts. Hort. Rev., 2: 142-163.Statistica 6.0. 2001. StatSoft® software for Windows. StatSoft Inc.
51- Sohrabi O., Taheri M., Khoshzaman T., and Piri S. 2011. Investigation of nutritional balance status of vineyards in Khodabandeh using the optimal deviation method. Proceedings of the 7th National Horticultural Congress. Isfahan University of Technology, Iran.
52- Soltanpour P.N., Malakouti M.J., and Ronaghi A. 1995. Comparison of diagnosis and recommendation in integrated system and nutrient sufficiency range for corn. Soil Sci. Soc. Am. J.59: 10. 133-139.
53- Sumner M.E. 1979. Interprctation of foliar analysis for diagnostic purposes. Agro. J.71:343-348.
54- Taheri M. 2009. Study of nitrogen absorption and metabolism and its effect on vegetative growth of some olive cultivate. Ph.D Thesis, Tehran University, 140p.
55- Tarakcioglu C., Yalcin S.R., Bayrak A., Kucuk M., and Karabacak H. 2003. Evaluation of nutritional status of hazelnut Corylus avellana grown in Ordu district by soil and plant analysis. Ankara Univ. J. Agric. Fac., 9: 13-22.
56- Tekin H., and Guzel N. 1992. Influence of manure and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of pistachio in the South-eastern Turkey. Univ. of Cuk. Fac. of Agr. No. 182. Adana.
57- Thompson M.M., Lagerstedt H.B., and Mehlenbacher S.A. 1996. Hazelnuts. In: Janick J, Moore JN (eds). Fruit breeding, Vol. 3, Nuts. Wiley, New York. pp 125-184.
58- Tous J., Girona J., and Tasias J. 1994. Cultural practices and costs in hazelnut production. Acta
59- Tous J., Rovira M., and Plana J. 1987. Cultivo del Avellano. Fruticul. Profess., 11: 115-123
60- Valentini N., Rolle L., Stévigny C., and Zeppa G. 2006. Mechanical behaviour of hazelnuts used for table consumption under compression loading. J. Sci. Food. Agric. 86: 1257–1262.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 73-86
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۸۶-۷۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Study of Nutritional Status of Hazelnut Orchards of *(Corylus avellana* L.) Guilan Province by Using with Deviation of Optimum Percent (DOP)

A. Ajili Lahiji[1]*
Received: 27-05-2020
Accepted: 03-01-2021

Introduction: The study of the nutritional status of orchards is one of the primary priorities for the nutrition of crops and orchards, which is done in different methods. One of these methods is the deviation from the optimum percentage (DOP). Hazelnut is one of the species of the family (Betulaceae) which is the fifth most produced nut in the world after cashews, almonds, walnuts, and oaks. Turkey is the world's largest producer with about 70.3% of the total world production of hazelnuts and Italy with 11.9%, the United States with 4.5%, and Azerbaijan with 4.2%, Georgia with 3.8%, Spain with 2.5% of world production, respectively. Other hazelnut producing countries account for 2.8% of the world production and the world hazelnut production in 2018 was about 888,000 tons. In 2018, Iran was the eighth largest producer in the world with a production of 16,000 tons. Guilan province has 18,000 hectares of hazelnut orchards, which constitute 85% of the cultivated area of hazelnut orchards in the country. Since the leaf is the most important part of plant metabolism and the concentration of nutrients in the leaf at certain stages of plant growth and development has a great relationship with yield. Therefore, leaf analysis and interpretation of the results, provided that according to standard methods, can provide good information about the nutritional status of the plant and be used to recommend the appropriate fertilizer.

Materials and Methods: The optimal Deviation (DOP) method was used to investigate and identify nutritional deficiency and determine the optimal concentration of nutrients. For this purpose, the number of nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, manganese, copper, iron, and zinc were determined in 32 hazelnut orchards with growth of the following year branches in the three major hazelnut production cities (Rudsar, Siahkal, and Amlash), in July. To implement this project, 32 orchards over 10 years old were sampled from the dominant cultivars of the region (Gerd cultivar), so that they are different in terms of management and yield. Seventeen orchards in Eshkavrat region of Rudsar, seven orchards in Hazelnut areas of Siahkal, and eight orchards in the Eshkvarat region of Amlash city were selected for sampling. The orchards that had the best yield due to the great management were randomly selected to determine the standard concentration (Cref) and other low-yield and medium-sized orchards were randomly selected to determine the nutritional status. The orchards were divided into low and high-yield groups in August. When the concentration of nutrients in the leaves was relatively constant, about 50 healthy young leaves were sampling in different directions and 10 trees in each orchard. Pest-free samples were transferred to the laboratory and leaf samples were first washed in water and then washed with distilled water. The samples were placed into the oven at 65 °C for drying. The dried samples were completely powdered and passed through a sieve with half a millimeter holes. In leaf analysis, nitrogen nutrients was measured in a more digestible manner by Kjeltec device, phosphorus by spectrophotometry, potassium by flame photometric, manganese, copper, iron, and zinc by dry ash method and atomic absorption spectrometry.

Results and Discussion: The results showed that the average concentrations of N, P, Fe, Mn, Zn, Cu in high-yield orchards were higher than the concentration of nutrients in low-yield orchards. The deviation index was calculated from the optimal percentage and the priority of the nutritional needs of hazelnut trees in each garden was determined. Indicators are positive, negative or zero numbers, zero indicates the optimal statue of concentration, a positive value indicates excess nutrient and a negative number indicates nutrient deficiency. According to the indexes of deviation from the optimal percentage, among the elements manganese, nitrogen and iron had the highest negative index, respectively, so that manganese had negative indexes in 78% of orchards and nitrogen had negative indexes in 65% of orchards, and then Iron had negative indexes in 60% of the orchards and phosphorus in 56% of the orchards, zinc in 53% of the orchards and potassium in 50% of the orchards and finally copper in 46% of the orchards had negative indexes, respectively.

1- Faculty Member of Soil and Water Department of Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Guilan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
(*- Corresponding Author Email: lahigy123@gmail.com)
DOI: 10.22067/jhs.2021.61863.0

Conclusion: Optimal concentrations were determined for nitrogen, phosphorus, potassium, iron, manganese, zinc, copper, 3.08%, 0.16%, 0.80%, 570.38 ppm, 175.26 ppm, 42.93 ppm, ppm 17.09 in the leaves. Based on the calculations of the DOP method, the following results were obtained for the priority of feeding the orchards.
Mn>N>Fe>P>Zn> K>Cu

Keywords: Hazelnuts, Nutrients, Nutritional status assessment, Optimal deviation index